Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 15 | 169—177 | München, 15. 9. 1975

Schichtenfolge und Flora des Messinien in Nord-Korfu (Griechenland)

Von Karl O. Heimann, Walter Jung & Karl Braune[1])

Mit 2 Abbildungen und Tafel 14

Zusammenfassung

Drei koordinierbare Teilprofile im nordwestlichen Neogenbecken Korfus geben einen Überblick über die Schichtenfolge des Messinien, das sieben evaporitische Zyklen aufweist. Die Ausbildung der Zyklen legt Flachwasserfazies nahe. Gegen Ende des Messinien bzw. zu Beginn des Unteren Pliozäns dokumentieren Sande und Strandkonglomerate die Zunahme detritischer terrigener Schüttungen, die die Senkungsrate des Beckens vorübergehend ausgleichen. Das Pliozän ist bei anhaltender Absenkung durch eine Wechsellagerung von Mergeln und Sanden vertreten. An der Basis evaporitischer Zyklen gefundene guterhaltene Blattreste erlauben die Rekonstruktion einer Gehölzflora ähnlich der „Prämacchie" (Palamarev, 1967) und der pflanzengeographischen Gruppe, die von Andreanszky (1963) als „jungtertiäres Trockenelement" bezeichnet wurde. Die Vertreter feuchterer Biotope können in flußbegleitenden Galeriewäldern gelebt haben. Die mit einem Maximum von 1000 mm pro Jahr anzusetzende Niederschlagsmenge muß periodisch und zwar wie heute außerhalb der Vegetationszeit gefallen sein.

Abstract

A composite section, yielding seven evaporitic cycles, gives a survey about the Messinian formation in the northwestern Neogene basin of Corfu. The sequences encountered represent near-shore and shelf-facies. Towards the end of the Messinian the depositional rate seems to egalize subsidence of the basin — as documented by a sandy facies comprising lenticular conglomeratic bodies and thick littoral conglomerates. Pliocene deposits consist of marls interbedded with calcarenites. Well preserved remains of fossil plants recovered from this section permit the reconstruction of a biotope similar to the "Praemacchie" (Palamarev, 1967) and the group of geographical distribution, called "jungtertiäres Trockenelement" (Andreansz-

[1]) Dipl.-Geol. K. O. Heimann, Dr. K. Braune, Lehrstuhl für Geologie, Abt. Sedimentforschung und Meeresgeologie, Technische Universität, 8 München 2, Arcisstraße 21. Prof. Dr. W. Jung, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10.

KY, 1963). Those plants demanding a more humid biotope are attributed to strips of riparian vegetation. Precipitation, 1000 mm p. y. at a maximum, occurred periodically, following the vegetation period.

Résumé

Les couches messiniennes du bassin néogène septentrional de l'île de Corfu sont représentées par des dépôts attribués aux facies néritique et littoral : marnes, sables et sept cycles évaporitiques. Des sables pluridécimétriques à métriques et deux conglomérats littoraux démontrent une érosion très forte des formations de l'hinterland (Trias au Miocène Moyen), qui résulte à égaliser la subsidence du bassin. Ce terrain reprend sa fonction de bassin pendant le Pliocène. Une flore terrestre a été trouvée à la base de différents cycles évaporitiques. Généra et spéciès correspondant à "jungtertiäres Trockenelement" (ANDREANSZKY, 1963) suggèrent un biotope comparable à la "PRAEMACCHIE" (PALAMAREV, 1967). Le caractère typiquement méditerranéen de cette flore ne demande plus qu'un maximum de 1000 mm de pluie p. a. tombée hors de la période de végétation.

Inhalt

1. Einleitung

Geologische großräumige Kartierungen neueren Datums auf Korfu wurden vom INSTITUT FRANÇAIS DU PETROL in den Jahren 1960—63 durchgeführt. Während unsere bisherigen Arbeiten vor allem die Inseln Zakynthos und Kephallinia betreffen (BRAUNE et al. 1972, 1973), wird hier in Zusammenhang mit der Frage der Evaporite des Messinien die Schichtenfolge im nordwestlichen Neogenbecken der Insel Korfu behandelt.

Die vorliegende Arbeit wurde durch finanzielle Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Bad Godesberg, im Rahmen des Schwerpunktprogrammes „Geodynamik des mediterranen Raumes" ermöglicht.

Wir danken an dieser Stelle den Herrn A. EMSCHERMANN, Priv. Doz. Dr. F. FABRICIUS, W. KRETZLER, Prof. Dr. P. SCHMIDT-THOMÉ und Dr. W. SIGL für ihre Mithilfe im Gelände und anregende Diskussionen bei der Auswertung der Daten, sowie auch Frau Dr. C. MÜLLER (z. Z. Melbourne/Australien), die das Nannoplankton von Stichproben aus den Profilen bestimmte.

2. Evaporitische Zyklen

Nach im südwestlichen Neogenbecken Siziliens gemachten Beobachtungen (HEIMANN & MASCLE, 1974) entwickelt sich ein evaporitischer Zyklus aus Rhythmiten, einer Wechsellagerung — im mm- bis dm-Bereich — von Sanden („s"), Mergeln („m") und Diatomiten, die auf Sizilien (MOTTURA, 1871) und in Algerien (PERRODON 1957) mit „Tripoli" („t") bezeichnet werden. Auf eine Wiederholung solcher smt-Sequenzen kann in Sizilien „Calcare di base" (OGNIBEN, 1957) folgen, ein grobbankiger bis feinschichtiger schwefelführender Kalkstein. Der Begriff „Calcare di base" wird hier in seiner lithologisch-sedimentologischen, nicht in seiner stratigraphischen Bedeutung benutzt (HEIMANN & MASCLE, 1974). Nach unseren Beobachtungen auf Zakynthos können dolomithaltige Kalkmergel mit Schwefelfilmen auf den Schichtflächen Vertreter dieser Facies sein.

Darüber folgt zur Komplettierung eines evaporitischen Zyklus „Balatino" (feinschichtiger Gips mit z. T. mikroskopisch dünnen Kalkmergelzwischenlagen) und Selenit, z. T. in „Cavoli"-Strukturen. Da die Abscheidung dieser „Primär"-Gipse in Abhängigkeit von Wassertiefe, Strömungsgeschwindigkeit und Konzentrationsgeschwindigkeit zu sehen ist, braucht der Selenit als Kristallisationsform nicht erreicht zu werden. Bereits Balatino, der sich aus Rhythmiten entwickelt, zeigt nach unserer Ansicht zyklische Evaporation an.

3. Kurzbeschreibung der Schichtenfolge

Die Rekonstruktion der Gesteinsfolge basiert auf 3 Teilprofilen, die in den Jahren 1973 und 1974 aufgenommen wurden:

(a) Paghi (beim Dorfe gleichen Namens; 120 Profilmeter)
(b) Kavadades (1,5 km westlich des Dorfes gleichen Namens am Wege nach Afionas; 47 Profilmeter)
(c) Arilla (nördlich des Dorfes gleichen Namens am Strand, einschließlich des Kaps Agios Stephanos (bzw. Kap Kephali); 60 Profilmeter).

G i p s e :

Sieben Evaporithorizonte wurden beobachtet. Dabei ist unklar, ob der hangendste Gipshorizont bei Kavadades (Abb. 2, 3. Profilsäule) dem bei Profilmeter 107 oder dem oberhalb Profilmeter 120 gleichzusetzen ist. Da laterales Ausdünnen des geringmächtigen Horizontes oberhalb Profilmeter 120 zumindest in Erwägung zu ziehen ist, erfolgte eine Gleichsetzung mit dem bei Profilmeter 107 nach subjektiven Gesichtspunkten.

Alle Gipshorizonte beinhalten die für einen Zyklus typischen Merkmale (s. o.): smt-Sequenzen an der Basis — komplett oder zuweilen reduziert auf s-m, bzw. m-t oder s-t —, Gipsmergel als graduellen Übergang zum echten Balatino, sowie diesen selbst. Das Fehlen von Seleniten als Abschluß einer „Großsequenz" (séquence majeure, HEIMANN & MASCLE, 1974) in einigen Zyklen wird auf die Bildungsbedingungen zurückgeführt. Gewachsener Selenit ist lediglich in den Zyklen bei Profilmeter 60 (s. Abb. 2) und bei Profilmeter 120 (Abb. 2, 3. Profilsäule) als „cavoli"-Strukturen zu beobachten.

Zerbrochene Selenite, Balatino-Bruchstücke und gerundete Gipsgerölle sind als

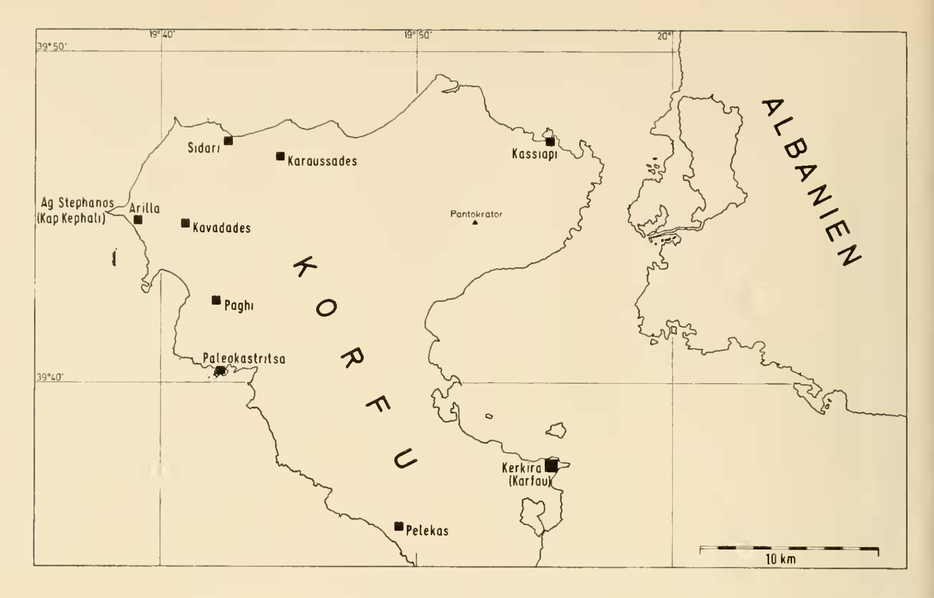


Abb. 1: Lage der Obermiozän-Aufschlüsse in Nord-Korfu.

detritischer Anteil in einigen Zyklen vertreten. Diese Anteile müssen nicht unbedingt als Erosionsprodukte älterer Evaporitzyklen angesehen werden. Da wir ein geringtiefes Bildungsmilieu annehmen müssen, hat zwangsläufig eine unter Wasserbedeckung einsetzende Erosion Teile der Gipsrasen erfaßt. Ihre Aufarbeitungsprodukte dürften oft unweit ihrer Bildungsstätte noch im selben Zyklus wieder zur Ablagerung gekommen sein.

Das Phänomen der Gattungs- und Artenverarmung bei parallellaufendem Zwergwuchs der Foraminiferen der Basis eines evaporitischen Zyklus zu, wird auch in diesem Profil deutlich. Die liegenden 5,0 Meter des Gipshorizontes im Teilprofil Kavadades z. B. (Abb. 2, 3. Profilsäule) sind fossilleer. Diese Aussage erstreckt sich auch auf das Nannoplankton.

Mergel:

Sie bilden den Großteil der am Aufbau der Schichtenfolge beteiligten Gesteine. Es handelt sich um blaugraue bis graugrüne Mergel und sandige Mergel, die sich weder in ihrem Aussehen noch in ihrer karbonatmineralogischen Zusammensetzung (s. Abb. 2) von ihren Equivalenten auf den Inseln Zakynthos und Kephallinia (Braune & Heimann 1973; Braune, Fabricius & Heimann 1973) unterscheiden.

Sande:

Es handelt sich um Kalkarenite mit wechselnder Quarz- und Feldspatführung. Eine allgemeine Zunahme von Quarz- und Feldspatgehalten ist ab Profilmeter 175 zu verzeichnen.

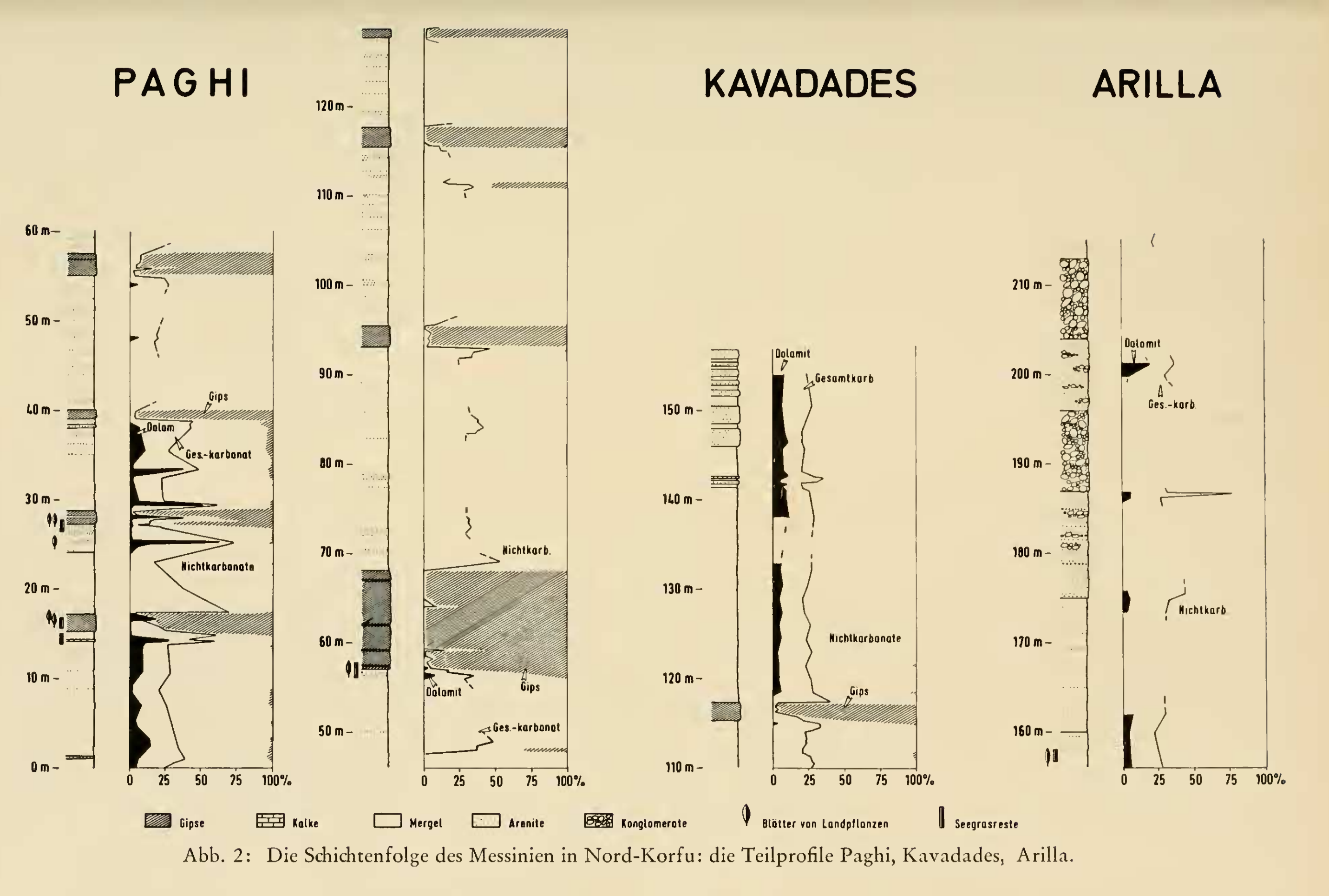


Abb. 2: Die Schichtenfolge des Messinien in Nord-Korfu: die Teilprofile Paghi, Kavadades, Arilla.

Konglomerate:

Zwischen Profilmeter 0 und 120 sind Konglomerate lediglich als Einschaltungen in den Gipszyklen zu beobachten. Sie weisen Gipsgehalte von 85 bis fast 100 % auf; den Rest bilden Mergel- und untergeordnet Kalkgerölle. Ab Profilmeter 175 tauchen Konglomeratlinsen auf. Wie auch die beiden durch eine 8,0 bis maximal 12,0 Meter mächtige sandige Zwischenlage getrennten Konglomeratbänke um Profilmeter 190 und 210, bestehen sie fast ausschließlich aus Kalk-, Hornstein- und Mergelgeröllen. Sie lassen sich unschwer als Erosionsprodukte der im Hinterland anstehenden Gesteine obertriadischen bis mittelmiozänen Alters erkennen. Diese Konglomerate des späten Messinien bis frühen Pliozäns sind Strand- bis strandnahe Bildungen.

4. Folgerungen

Die sedimentologisch-lithologische Ausbildung der Schichtenfolge legt Flachwasser- bis Strandmilieu nahe. Die evaporitischen Zyklen bildeten sich während einer Zeit tektonischer Ruhe bei relativ geringer Zufuhr von Feinklastika. Gegen Ende des Messinien dagegen ist eine deutliche Zunahme terrigener Schüttungen zu verzeichnen. Die Schüttungsmengen erreichen schließlich die Senkungsrate des Sedimentationsraumes, so daß es an der Grenze zum Unteren Pliozän zur Ausbildung von Strandkonglomeraten kommt. Dies erklärt das Fehlen der unterpliozänen „Trubi“-Formation, eines weißen Flachwasserkalkes, der in Mittel-Korfu und auf den südlicheren Inseln Kephallinia und Zakynothos gut ausgebildet ist (Braune, Fabricius & Heimann 1973). Die fortdauernde Absenkung des Beckens während des Pliozäns wird durch eine Wechsellagerung von Mergeln und Sanden dokumentiert, die an der Nordwestküste zwischen Kap Kephali und dem Städtchen Sidari anstehen.

5. Die Flora

Die Schichtenfolge bei Paghi beinhaltet konzentrierte Vorkommen von Landpflanzen- und Seegras-Resten zwischen Profilmeter 10 und 20, 20 und 30 sowie unterhalb Profilmeter 60.

Da aus dem südlichen Teil der Balkanhalbinsel Funde fossiler Pflanzen nicht gerade zahlreich bekannt geworden sind, verdienen diese Reste schon deshalb Beachtung. Abgesehen von gänzlich unbestimmbarem Pflanzenhäcksel und ebensowenig anzusprechenden Zweig- und Holzstückchen besteht das Material aus ungefähr 150 Blattresten. Wiederum nur die Hälfte davon läßt eine Gattungs- oder Artenbestimmung zu. Bei den übrigen fehlt Blattbasis oder -spitze, sind häufig auch Aderung und Randpartie zu schlecht erhalten. Eine gewisse Beanspruchung durch Transport im Wasser ist somit allgemein. Wegen der Tatsache, daß überhaupt Blätter erhalten sind — in einigen Fällen sogar in größerer Vollständigkeit — wird man aber den Lebensraum der Pflanzen in der Nähe zu suchen haben.

Da nur die Hälfte aller gefundenen Blattformen determinabel waren, traten bei der Bearbeitung weniger taxonomische als vielmehr ökologische und pflanzengeographische Überlegungen in den Vordergrund.

Es fällt zunächst die Zusammensetzung (vergl. Tafel 14) der Flora auf: kleine, ganzrandige Blätter — einige davon geben sich als Fiederblättchen zu erkennen — überwiegen; gezähnte, gekerbte oder gebuchtete Blattformen sind viel seltener; auffallend ist der hohe Anteil an Nadelblättern (meist Koniferennadeln). Dabei muß jedoch die sicherlich größere Widerstandsfähigkeit von Nadeln gegenüber den zerstörenden Transportkräften in Rechnung gestellt werden. Das Zahlenverhältnis für die drei genannten morphologischen Typen lautet 68:14:71. Somit bekunden die gefundenen Blattreste eindeutig eine xerotherme Vegetation. Die Bestimmung der Fossilien bestätigt bei aller Vorsicht diese Annahme:

Taxodium dubium (STBG.) HEER
Abies sp.
Pinus sp.
Tsuga europaea MENZEL
Cupressus cf. *sempervirens* L.[2])
Libocedrites salicornioides (UNG.) ENDL
Salix cf. *viminalis* L.
Ostrya cf. *carpinifolia* SCOP.
Quercus cf. *ilex* L.
Persea cf. *indica* (L.) SPRENG.
Benzoin antiquum HEER
Berberis sp.
Platanus cf. *orientalis* L.
Phellodendron cf. *amurense* RUPT.
Pistacia cf. *lentiscus* L.
Acer cf. *tataricus* L.
Paliurus cf. *spina-christi* MILL.
Lonicera sp.

Aus der obigen Liste ist ersichtlich, daß ein Teil der bestimmbaren Reste mit Arten, respektive Gattungen, in Verbindung gebracht werden kann, die heute noch den Mittelmeerraum besiedeln *(Cupressus sempervirens, Quercus ilex, Pistacia lentiscus, Paliurus spina-christi* u. a.). Andere, wie *Taxodium dubium* und *Libocedrites salicornioides,* gehören zu den verbreitetsten Pflanzen des europäischen Neogens; mit Einschränkung gilt das auch für die Gattungen *Persea, Phellodendron* und *Platanus.*

Die Ähnlichkeit mit der heutigen mediterranen Gehölzflora führt von selbst zu bestimmten vegetationskundlichen und klimatischen Schlüssen. So wird man mit PALAMAREV (1967) für das Liefergebiet das Bestehen einer „Prämacchie“ annehmen müssen, die sich gegenüber der gegenwärtigen Mittelmeervegetation durch das Vorhandensein inzwischen gänzlich ausgestorbener oder heute asiatisch bzw. nordamerikanisch verbreiteter Sippen auszeichnete. Es ist dies die pflanzengeographische Gruppe, die ANDREANSZKY (1963) „jungtertiäres Trockenelement“ nennt und bei GREUTER (1970) den Hauptbestandteil seines „eumesogäischen Elements“ ausmacht. Unsere fossile Flora legt nahe, daß PALAMAREV auch Recht hat (loc. cit. S. 169 ff.), wenn er meint, daß damals im oberen Miozän die eumediterranen Pflanzen des *Quercus-ilex*-Gürtels und die Vertreter des submediterranen *Ostrya*-Buschwaldes noch nicht deutlich voneinander gesondert waren, sondern sich vielfältig durchdran-

[2]) Auf eine Zuordnung zu einer fossilen Art wurde in den meisten Fällen verzichtet, weil der taxonomische Wert vieler nach Abdrücken aufgestellter „Arten“ zweifelhaft ist.

gen. Die nachgewiesenen Vertreter feuchter Biotope *(Taxodium, Salix, Platanus)* können in flußbegleitenden „Galeriewäldern" gewachsen sein. Derartige Vorstellungen äußern z. B. auch BERGER (1953) und DOROFEEV (1966). Klimatisch ist aus botanischer Sicht ebenfalls eine Annäherung an heutige mediterrane Verhältnisse anzunehmen. Die Lauraceen und *Taxodium* allein verlangen schon große Sommerwärme. Und der Hartlaubcharakter eines Teils der gefundenen Blätter weist auf Trokkenperioden hin. Mit anderen Worten: die Niederschläge — nach PALAMAREV mit 1000 mm pro Jahr an der oberen Grenze der heutigen Niederschlagsmenge im Mittelmeergebiet — müssen damals ebenfalls periodisch, und zwar wie heute außerhalb der Vegetationszeit, gefallen sein.

Interessant ist in diesem Zusammenhang ferner, daß andere, besser untersuchte Blattfloren des Messinien aus Italien (BERGER 1958) und aus dem nördlichen Teil der Balkanhalbinsel (STEFANOFF & JORDANOFF 1935) ganz ähnliche Zusammensetzung zeigen. So ergänzen die hier mitgeteilten Ergebnisse die jüngst von BENDA (1973, S. 256) veröffentlichte, auf pollenanalytischen Befunden basierende Meinung, daß zur Zeit des Oberen Miozäns auf der Apenninenhalbinsel, auf dem Balkan und im westlichen Kleinasien im großen und ganzen ähnliche Vegetationsverhältnisse geherrscht haben.

Angeführte Schriften

ANDREANSZKY, G.: Das Trockenelement in der jungtertiären Flora Mitteleuropas. — Vegetatio, 11, 155—172, Den Haag 1963.

BENDA, L.: Late Miocene Sporomorph Assemblages from the Mediterranean and their possible paleoclimatological Implications. — In: Messinian Events in the Mediterranean, 256—259, Amsterdam 1973.

BERGER, W.: Untersuchungen an der obermiozänen (sarmatischen) Flora von Gabbro (Monti Livornesi) in der Toskana. — Palaeontogr. ital. 51, 1—96, Pisa 1958.

BERGER, W. & F. ZABUSCH: Die obermiozäne (sarmatische) Flora der Türkenschanze in Wien. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 98, 226—276, Stuttgart 1966.

BRAUNE, K., F. FABRICIUS & K. O. HEIMANN: Sedimentation and Facies of Late Miocene Strata on Cephalonia (Ionian Islands, Greece). In: Messinian Events in the Mediterranean, Kon. Ned. Akad. v. Wetenschappen, 192—201, Amsterdam 1973.

BRAUNE, K. & K. O. HEIMANN: Miocene Evaporites on the Ionian Islands. — In: Bull. Geol. Soc. Greece, X, Nr. 1, 25—30, Athen 1973, sowie in: Rapp. et Proc.-Verb. C. I. E. S. M., 22, Fasc. 2a, 128—130, Monaco 1973.

BRAUNE, K., K. O. HEIMANN & F. FABRICIUS: Zum Problem der evaporitführenden neogenen Sedimente im mediterranen Raum. — Z. Dtsch. Geol. Ges., 123, 555—558, Hannover 1972.

DOROFEEV, P. I.: Flora of *Hipparion* Epoch. — Internat. Geol. Rev., 8, 1109—1117, Washington 1966.

GREUTER, E.: Zur Paläogeographie und Florengeschichte der südlichen Ägäis. — Feddes Repert., 81, 233—242, Berlin 1970.

HEIMANN, K. O. & G. H. MASCLE: Les séquences de la série évaporitique messinienne. — C. R. Acad. Sc. Paris, t. 279, Serie D, S. 1987—1990; 1974.

INST. GEOL. RECH. SOUS-SOL, Athen & INST. FRANÇAIS DU PETROL: Étude Géologique de l'Épire. — Éditions Technip, Textband S. 1—306 u. Kartenband, Paris 1966.

MOTTURA, S.: Sulla formazione terziaria nella zona solifera della Sicilia. — Mem. R. Comit. Geol. d'Italia, I, 51—140, Firenze 1871.

Ogniben, L.: Petrografia della Serie Solfifera Siciliana e Considerationi Geologiche Relative. — Mem. Descr. Carta Geol. d'Italia, **33**, 1—275, Roma 1957.
Palamarev, E.: Xerotherme Elemente in der Tertiärflora Bulgariens und Aspekte zum Problem der Formierung der mediterranen Flora auf der Balkanhalbinsel. — Abh. Zentr. Geol. Inst., **10**, 165—175, Berlin 1967.
Perrodon, A.: Étude Géologique des Bassins Néogènes Sublittoraux de l'Algérie Occidentale. — Serv. Carte Géol. Algérie, Bull. **12**, 1—328, Alger 1957.
Stefanoff, B. & D. Jordanoff: Studies upon the Pliocene Flora of the Plain of Sofia (Bulgaria). — Abh. Bulg. Geol. Ges., **29**, 1—150, Sofia 1935.

Tafelerklärung

Tafel 14

1: *Cupressus sempervirens* L.; 1974 XXI 2; ×5
2: *Berberis* sp.; 1974 XXI 7
3: *Paliurus* cf. *spina-christi* Mill.; 1974 XXI 10
4: *Taxodium dubium* (Stbg.) Heer; 1974 XXI 1
5: *Pistacia* cf. *lentiscus* L.; 1974 XXI 8
6: *Libocedrites salicornioides* (Ung.) Endl.; 1974 XXI 3
7: *Ostrya* cf. *carpinifolia* Scop.; 1974 XXI 4
8: *Acer* sp. *tataricus* L.; 1974 XXI 9
9: *Ostrya* cf. *carpinifolia* Scop.; 1974 XXI 5
10: *Quercus* cf. *ilex* L.; 1974 XXI 6

Alle Stücke aus dem Messinien von Paghi, Nord-Korfu, Griechenland. Vergrößerung, wenn nicht anders angegeben ×1,5. — Die Nummern beziehen sich auf das Inventar der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie München.

Manuskript eingegangen am 15. 11. 1974